



# Air/fuel ratio control/regulation system for internal combustion engine determines charging efficiency correction coefficients from determined demand air/fuel ratio and burn mode in use

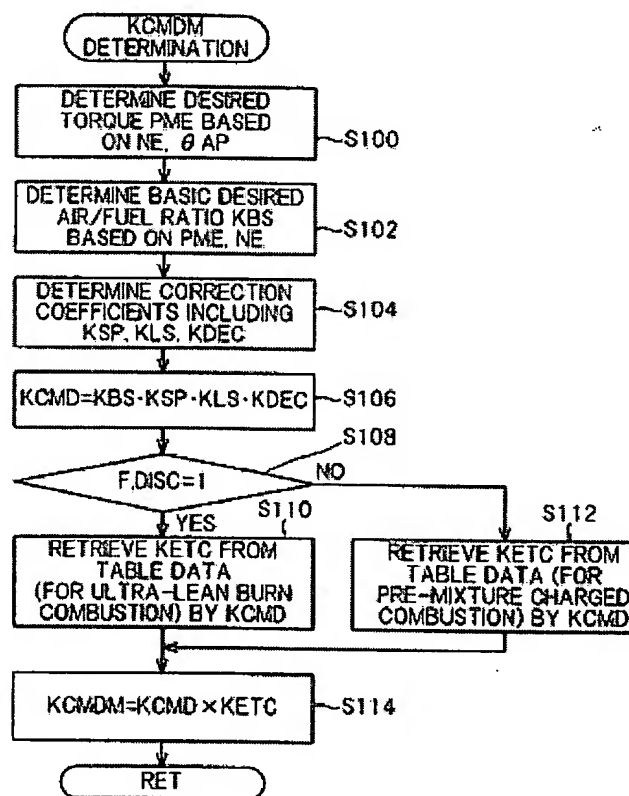
**Patent number:** DE10020341  
**Publication date:** 2000-11-30  
**Inventor:** NAGATANI SHUJI (JP); SATO MASAHIRO (JP); TORII MINORU (JP)  
**Applicant:** HONDA MOTOR CO LTD (JP)  
**Classification:**  
 - international: F02D41/38  
 - european: F02D35/00D6; F02D41/14D3H4; F02D41/30C; F02D41/38C2  
**Application number:** DE20001020341 20000426  
**Priority number(s):** JP19990122181 19990428

Also published as:

 US6334425 (B1)  
 JP2000310135 (J)

## Abstract of DE10020341

The system has an engine operating state detector, a basic fuel injection quantity detector using the engine speed and load, a demanded exhaust gas air/fuel ratio determination arrangement, a charging efficiency correction parameter determination arrangement, a demanded air/fuel ratio correction arrangement, an output fuel injection quantity determination arrangement and a fuel injection arrangement. A combustion mode decision device decides the burn mode to be used, whereby the charging efficiency correction coefficient determination arrangement determines the coefficients from the determined demand air/fuel ratio and the burn mode in use.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 20 341 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**F 02 D 41/38**

⑲ Aktenzeichen: 100 20 341.8  
⑳ Anmeldetag: 26. 4. 2000  
㉑ Offenlegungstag: 30. 11. 2000 ✓

(2)

③① Unionspriorität:  
11-122181 28. 04. 1999 JP  
⑦① Anmelder:  
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑦④ Vertreter:  
Weickmann & Weickmann, 81679 München

⑦② Erfinder:  
Nagatani, Shuji, Wako, Saitama, JP; Sato,  
Masahiro, Wako, Saitama, JP; Torii, Minoru, Wako,  
Saitama, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystem für einen Verbrennungsmotor

⑤⑦ Ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystem für einen funkengezündeten Direkteinspritzmotor, der mit Ultramager-Verbrennung oder mit Vormischlade-Verbrennung betrieben wird. In dem System wird ein Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient zum Einstellen einer Ladeeffizienz von Einlaßluft zumindest auf der Basis des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses und der Verbrennungsform bestimmt, und das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis wird um den Koeffizienten korrigiert. Dann wird die Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge zumindest auf der Basis der Grundkraftstoffeinspritzmenge und des korrigierten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizienten) bestimmt. Der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient wird auf einen kleineren Wert gelegt, wenn der Motor mit Ultramager-Verbrennung betrieben wird, als dann, wenn der Motor mit Vormischlade-Verbrennung betrieben wird. Der Koeffizient wird unterschiedlich gemacht, ob der EGR-Betrieb läuft oder nicht. Hierdurch wird das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis adäquat bestimmt, und daher kann die Kraftstoffeinspritzmenge adäquat bestimmt werden.

DE 100 20 341 A 1

DE 100 20 341 A 1

## Beschreibung

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## Gebiet der Erfindung

Diese Erfindung betrifft ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystem für einen Verbrennungsmotor, insbesondere ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystem für einen funkengezündeten Direkteinspritzmotor, bei dem Benzin-Kraftstoff direkt in die Brennkammer des Motors eingespritzt wird.

## Beschreibung der relevanten Technik

Da in dem Verbrennungsmotor sich das Luft/Kraftstoffgemisch entsprechend der Zylindertemperatur ändert und das Luft/Kraftstoffverhältnis ein entscheidender Faktor für die Zylindertemperatur ist, ist es z. B. aus der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. Hei 5 (1993)-79374 bekannt, das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis unter Verwendung eines Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten (zum Einstellen der Ladeeffizienz der Einlaßluft) zu korrigieren, der aus (zuvor aufgestellten) Tabellendaten unter Verwendung des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses selbst abgefragt wird, und dann die Grundkraftstoffeinspritzmenge um das korrigierte Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis zu korrigieren, um die ausgegebene Kraftstoffeinspritzmenge zu bestimmen. Bei dieser herkömmlichen Technik sind zwei Arten von Tabellendaten vorbestimmt, so daß auf der Basis der Motordrehzahl eine von diesen gewählt wird.

Abgesehen von dem obigen wurde kürzlich ein funkengezündeter Direkteinspritzmotor vorgeschlagen, bei dem Benzin-Kraftstoff direkt in die Brennkammer eingespritzt wird, so daß eine ultramagere Verbrennung oder eine Schichtverbrennung (in einem ultramageren Luft/Kraftstoffverhältnis) oder die Vormisch-Ladeverbrennung (in einem gleichmäßigen Luft/Kraftstoffverhältnis) in dem Motor stattfindet, wie z. B. in der japanischen Patentschrift Nr. Hei 4 (1992)-37264 offenbart.

Da bei diesem funkengezündeten Direkteinspritzmotor die Zylindertemperatur mit der Verbrennungsform unterschiedlich ist, ist der zuvor genannte Stand der Technik (japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. Hei 5 (1993)-79374) bei der Bestimmung des Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten, der zur adäquaten Korrektur des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses zu verwenden ist, nicht wirksam, was es schwierig macht, die Kraftstoffeinspritzmenge geeignet zu bestimmen.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystem für einen Verbrennungsmotor anzugeben, insbesondere für einen funkengezündeten Direkteinspritzmotor, das die Ladeeffizienz-Korrekturmengen, die zur adäquaten Korrektur des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses zu verwenden ist, bestimmen kann und daher die Kraftstoffeinspritzmenge geeignet bestimmen kann.

Ferner ändert sich die Zylindertemperatur gemäß dem Vorhandensein oder Fehlen des EGR (Abgasrückführung)-Betriebs, bei dem das Abgas teilweise in das Einlaßsystem des Motors rückgeführt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystem für einen Verbrennungsmotor anzugeben, insbesondere für einen funkengezündeten Direkteinspritzmotor, das den Ladekorrekturko-

effizienten, der zum adäquaten Korrigieren des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses zu verwenden ist, unabhängig vom Vorhandensein oder Fehlen des EGR-Betriebs bestimmen kann und daher die Kraftstoffeinspritzmenge geeignet bestimmen kann.

Diese Erfindung erfüllt die Aufgabe durch Vorsehen eines Systems zum Steuern/Regeln eines Luft/Kraftstoffverhältnisses für einen funkengezündeten Direkteinspritzmotor, der in einer von zwei Verbrennungsformen einschließlich ultramagerer Verbrennung und Vormisch-Ladeverbrennung betrieben wird, umfassend: ein Motorbetriebszustand-Erfassungsmittel zum Erfassen von Betriebszuständen des Motors zumindest einschließlich einer Motordrehzahl und einer Motorlast; ein Grundkraftstoffeinspritzmengen-Bestimmungsmittel zum Bestimmen einer Grundkraftstoffeinspritzmenge auf der Basis zumindest der erfaßten Motordrehzahl und der Motorlast der Motorbetriebszustände; ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Bestimmungsmittel zum Bestimmen eines Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses des von dem Motor erzeugten Abgases; ein Verbrennungsform-Unterscheidungsmittel zum Unterscheiden, bei welcher Verbrennungsform der Motor betrieben wird; ein Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel zum Bestimmen eines Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten zum Einstellen einer Ladeeffizienz von Einlaßluft auf der Basis zumindest des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses und der Verbrennungsform; mit der der Motor betrieben wird; ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturmittel zum Korrigieren des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses auf der Basis des bestimmten Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten; ein Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmengen-Bestimmungsmittel zum Bestimmen einer Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge durch Korrektur der Grund-Kraftstoffeinspritzmenge zumindest um das korrigierte Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis; und ein Kraftstoffeinspritzmittel zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder des Motors auf der Basis der bestimmten Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge.

## KURZE ERLÄUTERUNG DER ZEICHNUNGEN

Diese und andere Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung und Zeichnungen ersichtlich, worin:

Fig. 1 ist eine schematische Gesamtansicht mit Darstellung eines Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystems für einen Verbrennungsmotor nach einer Ausführung der Erfindung;

Fig. 2 ist ein Flußdiagramm mit Darstellung des Betriebs des in Fig. 1 illustrierten Systems;

Fig. 3 ist ein Flußdiagramm mit Darstellung der Unter-routine zur Bestimmung eines Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizienten in bezug auf das Flußdiagramm von Fig. 2;

Fig. 4 ist eine Graphik mit Darstellung von Charakteristiken eines Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten in bezug auf das Flußdiagramm von Fig. 3; und

Fig. 5 ist eine Ansicht, ähnlich Fig. 3, zeigt jedoch den Betrieb eines Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystems für einen Verbrennungsmotor nach einer zweiten Ausführung der Erfindung.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGEN

Ausführungen der vorliegenden Erfindung werden nun anhand der Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 ist eine schematische Gesamtansicht eines Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystems für einen Ver-

brennungsmotor nach einer Ausführung der Erfindung.

Die Bezugzahl 10 in dieser Figur bezeichnet einen Reihenvierzylindermotor mit oben liegender Nockenwelle. Luft, die in ein Einlaßrohr 12 durch einen an dessen fernen Ende angebrachten Luftfilter 14 angesaugt wird, fließt durch einen Ausgleichsbehälter 16 und einen Einlaßkrümmer 20, während deren Fluß durch ein Drosselventil 18 eingestellt wird, zu zwei Einlaßventilen (nicht gezeigt) jeweils eines der ersten bis vierten Zylinder 22 (zur einfacheren Darstellung ist in der Figur nur einer gezeigt).

Jeder Zylinder 22 weist einen Kolben 24 auf, der in dem Zylinder 22 verschiebbar ist. Die Oberseite des Kolbens 24 ist vertieft, so daß eine Brennkammer 28 in dem Raum gebildet ist, die durch die vertiefte Zylinderoberseite und die Innenwand des Zylinderkopfs (und die Innenwand des Zylinders 22) begrenzt ist. In der Nähe der Mitte der Decke der Brennkammer 28 ist eine Kraftstoffeinspritzdüse 30 vorgesehen. Die Kraftstoffeinspritzdüse 30 ist mit einem Kraftstoffzufuhrrohr 34 verbunden und wird mit unter Druck gesetztem Kraftstoff (Benzin) aus einem Kraftstofftank (nicht gezeigt) versorgt, der durch eine Pumpe (nicht gezeigt) gepumpt wird, und spritzt den Kraftstoff direkt in die Brennkammer 28 ein, wenn sie geöffnet ist. Der eingespritzte Kraftstoff vermischt sich mit der Luft und bildet das Luft/Kraftstoffgemisch.

In der Nähe der Kraftstoffeinspritzdüse 30 ist eine Zündkerze 36 vorgesehen, die mit elektrischer Energie aus einem Zündsystem versorgt wird, das eine Zündspule (nicht gezeigt) enthält, und zündet das Luft/Kraftstoffgemisch zu einem vorbestimmten Zündzeitpunkt in der Reihenfolge des ersten, des dritten, des vierten und des zweiten Zylinders. Die sich ergebende Verbrennung des Luft/Kraftstoffgemisches treibt den Kolben 24 nach unten.

Somit ist der Motor 10 ein funkengezündeter Direkteinspritzmotor, in den Benzin-Kraftstoff direkt in die Brennkammer 28 jeweiliger Zylinder 22 durch die Kraftstoffeinspritzdüse 30 eingespritzt wird.

Das durch die Verbrennung erzeugte Abgas wird durch zwei Auslaßventile (nicht gezeigt) in einen Abgaskrümmer 40 abgegeben, von wo es durch ein Abgasrohr 42 zu einem Katalysator 44 (zum Entfernen von NOx in dem Abgas) und einem zweiten Katalysator 46 (Dreizegkatalysator zum Entfernen von NOx, CO und HC im Abgas) zur Reinigung geleitet wird, und fließt dann aus dem Motor 10 hinaus.

Das Abgasrohr 42 ist an einer Stelle stromab des Zusammenflußpunkts des Abgaskrümmer 40 mit einem Lufteinlaßrohr 12 durch eine EGR-Leitung 50 verbunden, um das Abgas teilweise bei EGR-Betrieb (Abgasrückführung) rückzuführen. An der EGR-Leitung 50 ist ein EGR-Steuerventil 52 vorgesehen, um die EGR-Menge zu regulieren.

Das Drosselventil 18 ist nicht mechanisch mit einem Gaspedal (nicht gezeigt) gekoppelt, das am Boden eines (nicht gezeigten) Fahrzeugfahrersitzes installiert ist, sondern ist mit einem Schrittmotor 54 verbunden, der es zum Öffnen/Schließen des Lufteinlaßrohrs 12 antreibt. Das Drosselventil 18 wird gemäß DBW (Drive-By-Wire) elektrisch betrieben.

Der Kolben 24 ist mit einer Kurbelwelle 56 verbunden, um diese in Drehung zu versetzen. In der Nähe der Kurbelwelle 56 ist ein Kurbelwinkelsensor 62 installiert, der einen Impulsgeber 62a aufweist, der an der rotierenden Kurbelwelle 56 befestigt ist, sowie einen elektromagnetischen Aufnehmer 62b, der an einer gegenüberliegenden stationären Position befestigt ist. Der Kurbelwinkelsensor 62 erzeugt ein Zylinderunterscheidungssignal ("CYL" genannt) einmal alle 720 Grad Kurbelwinkel, ein Signal ("OT" (oberer Totpunkt) genannt) bei einer vorbestimmten BOT-Kurbelwinkelposition sowie ein Einheitssignal ("CRK" genannt) bei 30 Grad Kurbelwellenwinkel, den man erhält, indem man

das OT-Signal durch sechs Intervalle teilt.

Ein Drosselstellungssensor 64 ist mit dem Schrittmotor 54 verbunden und erzeugt ein Signal, das den Öffnungsgrad des Drosselventils 18 ("TH" genannt) indiziert. Ein Krümmerabsolutdruck (MAP)-Sensor 66 ist in dem Lufteinlaßrohr 12 stromab des Drosselventils 18 vorgesehen und erzeugt ein die Motorlast indizierendes Signal, genauer gesagt den Krümmerabsolutdruck ("PBA" genannt), der dort durch den Einlaßluftstrom durch eine Leitung (nicht gezeigt) erzeugt wird.

Ein Einlaßlufttemperatursensor 68 ist an einer Stelle stromauf des Drosselventils 18 (nahe dem Luftfilter 14) vorgesehen und erzeugt ein Signal, das die Temperatur der Einlaßluft ("TA" genannt) indiziert. Ein Kühlmitteltemperatursensor 70 ist in der Nähe des Zylinders 22 installiert und erzeugt ein Signal, das die Temperatur eines Motorkühlmittels ("TW" genannt) indiziert.

Ferner ist ein Universal (oder Breitband)-Sensor (Luft/Kraftstoffverhältnissensor) 72 an dem Abgasrohr 42 an einer Stelle stromauf der Katalysatoren 44, 46 installiert und erzeugt ein Signal, das Abgasluft/kraftstoffverhältnis indiziert, welches sich linear proportional zur Sauerstoffkonzentration in dem Abgas ändert. Dieser Sensor 72 wird nachfolgend als "LAF"-Sensor bezeichnet. Zusätzlich ist ein O<sub>2</sub>-Sensor (Luft/Kraftstoffverhältnissensor) 74 an einer Stelle stromab der Katalysatoren 44, 46 vorgesehen und erzeugt ein Signal, das sich jedesmal ändert, wenn sich das Luft/Kraftstoffverhältnis von mager zu fett und umgekehrt in bezug auf ein stöchiometrisches Luft/Kraftstoffverhältnis wendet.

Ferner ist ein Gaspedalstellungssensor 76 in der Nähe des Gaspedals vorgesehen, der ein Signal erzeugt, das die Stellung (den Öffnungsgrad) des Gaspedals ("θAP" genannt) indiziert. Ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 78 ist in der Nähe einer Antriebswelle (nicht gezeigt) des Fahrzeugs (nicht gezeigt) installiert, an dem der Motor 10 angebracht ist, und erzeugt ein Signal, das den Fahrzeugfahrzustand (Fahrzeuggeschwindigkeit "V" genannt) indiziert.

Die Ausgaben der Sensoren werden zu einer ECU (elektronische Steuereinheit) 80 geschickt. Die ECU 80 umfaßt einen Mikrocomputer mit einer CPU, einem ROM, einem RAM (alle nicht gezeigt) etc. Das von dem Kurbelwinkelsensor 62 erzeugte CRK-Signal wird von einem Zähler (nicht gezeigt) in der ECU 80 gezählt, und die Motordrehzahl NE wird erfaßt oder berechnet.

Der Betrieb des Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystems für einen Verbrennungsmotor nach der Ausführung wird nun anhand von Fig. 2 erläutert. Das Programm dieses Flußdiagramms wird bei einer vorbestimmten Kurbelwinkelstellung in der Nähe des OT ausgeführt.

Das Programm beginnt in S10, in dem eine Grundkraftstoffeinspritzmenge ("TI" genannt) bestimmt oder berechnet wird. Dies erfolgt durch Abfragen von Kennfelddaten (deren Charakteristiken nicht gezeigt sind), unter Verwendung der erfaßten Motordrehzahl NE und der Motorlast (Krümmerabsolutdruck PBA) als Adreßdaten. Die Grundkraftstoffeinspritzmenge TI wird als Öffnungsdauer der Kraftstoffeinspritzdüse 30 bestimmt.

Das Programm geht dann zu S12 weiter, in dem ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizient ("KCMD" genannt) bestimmt oder berechnet wird. In diesem System wird zuerst ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis ("KCMD" genannt) bestimmt oder berechnet, das ein entscheidender Faktor für die Zylindertemperatur ist. Das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis KCMD wird dann mit einem Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten multipliziert, um die Ladeeffizienz der Einlaßluft ("KETC" genannt) einzustellen, und der korrigierte Wert, d. h. das Produkt, wird Soll-Luft/Kraftstoff-

verhältnis-Korrekturkoeffizient KCMDM genannt.

Fig. 3 ist ein Flußdiagramm mit Darstellung der Unter-routine für diese Bestimmung.

Das Programm beginnt in S100, in dem, da der Motor 10 ein funkengezündeter Direkteinspritzmotor ist, ein von dem Motor 10 zu erzeugendes Solldrehmoment ("PME" genannt) auf der Basis der erfaßten Motordrehzahl NE und der erfaßten Gaspedalstellung  $\theta$ AP bestimmt wird.

Das Programm geht dann zu S102 weiter, in dem ein Grund-Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis ("KBS" genannt) aus Kennfelddaten (deren Charakteristiken nicht gezeigt sind) unter Verwendung des bestimmten Solldrehmoments PME und der erfaßten Motordrehzahl NE als Adreßdaten abgefragt wird.

Das Programm geht dann zu S104 weiter, in dem verschiedene Korrekturkoeffizienten einschließlich eines Fahrgeschwindigkeits-Korrekturkoeffizienten ("KSP" genannt), eines Magerverbrennungs-Korrekturkoeffizienten ("KLS" genannt), eines Verzögerungs-Korrekturkoeffizienten ("KDEC" genannt) bestimmt werden.

Der Fahrgeschwindigkeits-Korrekturkoeffizient KSP wird auf der Basis von Tabellendaten (deren Charakteristik nicht gezeigt ist) unter Verwendung der erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeit V als Adreßdaten bestimmt oder berechnet, so daß kein Pumpen auftritt. Der Magerverbrennungs-Korrekturkoeffizient KLS wird unter Verwendung eines Magerverbrennungs-Durchführungskoeffizienten als ein Wert bestimmt oder berechnet, unmittelbar bevor die Kraftstoffzufuhr unterbrochen wird, auf der Basis der Motorbetriebszustände zu dieser Zeit. Wenn der Motorbetrieb nicht ein Magerverbrennungs-Durchführungsbereich ist, unmittelbar bevor die Kraftstoffzufuhr unterbrochen wird, wird der Koeffizient KLS auf 1,0 gesetzt (was anzeigt, daß keine Korrektur durchgeführt werden soll). Der Verzögerungskorrekturkoeffizient KDEC wird in Antwort auf die Verzögerung des Motors 10 auf einen Wert gesetzt. Wenn der Motor 10 nicht verzögert, wird er auf 1,0 gesetzt (was anzeigt, daß keine Korrektur durchgeführt werden soll).

In S104 werden andere Korrekturkoeffizienten bestimmt, wie etwa einer auf der Basis der Motorkühlmitteltemperatur TW. Da diese jedoch im vorgenannten Stand der Technik (japanische Patent-Offenlegungsschrift Nr. Hei 5 (1993)-79374) erwähnt sind und die Idee der Erfindung nicht darin beruht, wird dies nicht näher erläutert.

Das Programm geht zu S106 weiter, in dem das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis KCMD in der dort gezeigten Weise bestimmt oder berechnet wird, indem das Grund-Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis KBS mit den bestimmten Korrekturkoeffizienten KSP, KLS, KDEC multipliziert wird.

Insbesondere wird das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis KCMD derart bestimmt, daß das Ist-Luft/Kraftstoffverhältnis in der Nähe der Zündkerze 36 unabhängig von der Motorlast in einen Bereich von 12,0 : 1 bis 15,0 : 1 fällt, während das gemittelte Ist-Luft/Kraftstoffverhältnis (das gemittelte Luft/Kraftstoffverhältnis im gesamten Zylinder 22) bei hoher Motorlast in einen Bereich von 12,0 : 1 bis 15,0 : 1 fällt, bei mittlerer Motorlast in einen diesen überschreitenden Bereich, jedoch bis zu 22,0 : 1, und bei niedriger Motorlast in einen diesen überschreitenden Bereich, jedoch bis zu 60,0 : 1.

Wie unten erwähnt, wird die Kraftstoffeinspritzmenge auf der Basis des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses bestimmt und wird bei hoher oder mittlerer Motorlast während des Ansaugtakts eingespritzt und wird bei niedriger Motorlast während des Verdichtungsakts eingespritzt. Der eingespritzte Kraftstoff vermischt sich mit der Ansaugluft und wird gezündet, was zwei Verbrennungsformen ergibt, einschließlich ultramagerer Verbrennung (DISC (Direkt-

Einspritz-Schichtlade)-Verbrennung) und Vormisch-Ladeverbrennung.

Das Programm geht dann zu S108 weiter, in dem bestimmt wird, ob ein Bit eines Flag FDISC auf 1 gesetzt ist. In einer Routine (nicht gezeigt) wird das Bit des Flag auf 1 gesetzt, wenn bestimmt wird, daß der Motor 10 mit ultramagerer Verbrennung betrieben werden soll, während es auf 0 rückgesetzt wird, wenn der Motor 10 mit Vormisch-Ladeverbrennung betrieben werden soll. Daher entspricht der Prozeß in diesem Schritt der Bestimmung, ob der Motor 10 mit ultramagerer Verbrennung betrieben wird.

Wenn das Ergebnis positiv ist, geht das Programm zu S110 weiter, in dem der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC bestimmt oder berechnet wird, indem die Tabellendaten für Ultramagerverbrennung (deren Charakteristik in Fig. 4 mit durchgehender Linie gezeigt ist) unter Verwendung des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses DCMD als Adreßdaten abgefragt werden.

Wenn andererseits das Ergebnis negativ ist, geht das Programm zu S112 weiter, in dem der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC bestimmt oder berechnet wird, indem Tabellendaten für die Vormisch-Ladeverbrennung (deren Charakteristik in Fig. 4 mit durchgehender Linie gezeigt ist) abgefragt wird, ähnlich unter Verwendung des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses KCMD als Adreßdaten.

Da wie oben erwähnt die in den Zylinder 22 gesaugte Einlaßluft durch den eingespritzten zerstäubten Kraftstoff gekühlt wird, nimmt das Luftvolumen ab, und daher nimmt die Einlaßluftmenge ab. Aus diesem Grund wird der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC auf der Basis des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses KCMD bestimmt, um dieses zu korrigieren, und das korrigierte Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis KCMD wird der Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizient KCMDM genannt.

Ferner erhält man diesen Kühleffekt des eingespritzten Kraftstoffs nur in der Vormisch-Ladeverbrennung, wo der Kraftstoff während des Ansaugtakts eingespritzt (geladen) wird, und man erhält ihn nicht in der Ultramagerverbrennung, wo der Kraftstoff im Verdichtungsstakt (nach dem Ansaugtakt) eingespritzt (geladen) wird. Hierdurch ist die Zylindertemperatur bei Vormisch-Ladeverbrennung und Ultramagerverbrennung unterschiedlich, wie oben erwähnt.

Im Hinblick hierauf ist das System derart konfiguriert, daß, wie in Fig. 4 mit durchgehender Linie gezeigt, die zwei Arten von Charakteristiken des Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten KETC als Tabellendaten vorbereitet sind, und auf der Basis der Verbrennungsform die ihr entsprechende Charakteristik gewählt wird.

Zurück zur Erläuterung von Fig. 3. Das Programm geht zu S114 weiter, in dem das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis KCMD mit dem bestimmten Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten KETC zur Korrektur multipliziert wird, und das erhaltene Produkt wird als der Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizient KCMDM bestimmt. Das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis KCMD und der Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizient KCMDM werden tatsächlich als Äquivalenzverhältnis bestimmt.

Zurück zur Erläuterung von Fig. 2. Das Programm geht zu S14 weiter, in dem die Korrekturkoeffizienten und Korrekturfaktoren (außer KCMDM) einschließlich KEGR, KLAF, KT, TT bestimmt oder berechnet werden. KEGR ist ein Korrekturkoeffizient zur Korrektur der Störung, die durch den EGR-Betrieb verursacht wird, und wird auf der Basis des Solldrehmoments PME und der Motordrehzahl NE bestimmt. KLAF ist ein Rückkopplungs-Korrekturkoeffizient und wird auf der Basis der Ausgabe des LAF-Sensors 72 bestimmt. KT ist das Produkt anderer Korrekturfaktoren in Multiplikationsform, und TT ist die Summe anderer Kor-

rekturkoeffizienten in additiver Form (und subtraktiver Form).

Dann geht das Programm zu S16 weiter, in dem eine Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge ("TOUT" genannt) in einer dort gezeigten Weise bestimmt oder berechnet wird, indem die Grundkraftstoffeinspritzmenge TI um den Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizienten KCMDM und den anderen Korrekturkoeffizienten und den Produktfaktor korrigiert wird und der additive Faktor hierzu addiert wird.

Das Programm geht dann zu S18 weiter, in dem die Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge TOUT derart ausgegeben wird, daß die bestimmte Kraftstoffeinspritzmenge bei einem vorbestimmten Kurbelwinkelbereich eingespritzt wird. Der eingespritzte Kraftstoff wird bei einer vorbestimmten Kurbelwinkelstellung entsprechend dem Zündzeitpunkt gezündet, der (in einer nicht gezeigten Routine) auf der Basis der erfaßten Motordrehzahl NE und der Motorlast (dem Krümmersabsolutdruck PBA) bestimmt wird und um die erfaßte Kühlmitteltemperatur TW und einige ähnliche Parameter korrigiert wird.

Das System nach der vorliegenden Ausführung, das in der vorstehenden Weise konfiguriert wurde, kann den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten KETC bestimmen, der zum adäquaten Korrigieren des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses KCMD zu verwenden ist, kann den Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizienten KCMDM adäquat bestimmen und kann daher die Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge TOUT geeignet bestimmen.

Fig. 5 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 3, zeigt jedoch den Betrieb eines Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystems für einen Verbrennungsmotor nach einer zweiten Ausführung der Erfindung.

Wenn man dies anhand der Unterschiede zur ersten Ausführung erläutert, beginnt das Programm in S200 und geht über S202 bis S206 zu S208 weiter, in dem bestimmt wird, ob das Bit von Flag F.DISC auf 1 gesetzt ist.

Wenn das Ergebnis positiv ist, geht das Programm zu S210 weiter, in dem bestimmt wird, ob der EGR-Betrieb läuft (d. h. der EGR-Betrieb vorliegt), und wenn das Ergebnis in S210 positiv ist, geht das Programm zu S212 weiter, in dem das Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC bestimmt oder berechnet wird, indem Tabellendaten für ultramagere Verbrennung bei EGR-Betrieb (deren Charakteristik in Fig. 4 mit Strichlinien gezeigt ist) unter Verwendung des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses KCMD als Adreßdaten abgefragt werden.

Wenn andererseits das Ergebnis negativ ist (der EGR-Betrieb fehlt), geht das Programm zu S214 weiter, in dem der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC bestimmt oder berechnet wird, indem die Tabellendaten für ultramagere Verbrennung ohne EGR-Betrieb (in Fig. 4 mit durchgehender Linie gezeigt, gleich jener, die in der ersten Ausführung verwendet wird), in ähnlicher Weise unter Verwendung des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses KCMD als Adreßdaten abgefragt werden.

Wenn andererseits das Ergebnis S208 positiv ist, geht das Programm zu S216 weiter, in dem bestimmt wird, ob der EGR-Betrieb läuft, und wenn das Ergebnis in S216 positiv ist, geht das Programm zu S218 weiter, in dem der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC bestimmt oder berechnet wird, indem Tabellendaten für Vormisch-Ladeverbrennung mit EGR-Betrieb (deren Charakteristik in Fig. 4 mit Strichlinien gezeigt ist) unter Verwendung des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses KCMD als Adreßdaten abgefragt werden.

Wenn andererseits das Ergebnis negativ ist, geht das Programm zu S220 weiter, in dem der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC bestimmt oder berechnet wird, indem die

Tabellendaten für Vormisch-Ladeverbrennung ohne EGR-Betrieb (in Fig. 4 mit durchgehender Linie gezeigt, gleich jener, die in der ersten Ausführung verwendet wird), abgefragt wird.

Da sich somit die Zylindertemperatur mit dem Vorhandensein oder Fehlen des EGR-Betriebs ändert, ist das System nach der zweiten Ausführung so konfiguriert, daß der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC ferner auf der Basis bestimmt, ob der EGR-Betrieb läuft oder nicht, unterschiedlich ist.

Hierdurch kann das System nach der zweiten Ausführung den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten KETC, der zur Korrektur des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses KCMD zu verwenden ist, adäquat bestimmen, kann den Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizienten KCMDM adäquat bestimmen, unabhängig davon, ob der EGR-Betrieb läuft oder nicht, und kann daher die Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge TOUT geeignet bestimmen.

Die Ausführungen sind somit derart konfiguriert, daß sie ein System zum Steuern/Regeln eines Luft/Kraftstoffverhältnisses für einen Verbrennungsmotor (10) aufweisen, umfassend: ein Motorbetriebszustand-Erfassungsmittel (ECU 80, 62, 66) zum Erfassen von Betriebszuständen des Motors zumindest einschließlich einer Motordrehzahl (NE) und einer Motorlast (PBA); ein Grundkraftstoffeinspritzmengen-Bestimmungsmittel (ECU 80, S10) zum Bestimmen einer Grundkraftstoffeinspritzmenge (TI) auf der Basis zumindest der erfaßten Motordrehzahl (NE) und der Motorlast (PBA) der Motorbetriebszustände; ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Bestimmungsmittel (ECU 80, S12, S100-S106, S200-S206) zum Bestimmen eines Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (KCMD) des von dem Motor (10) erzeugten Abgases; ein Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel (ECU 80, S110-S112, S212-S214) zum Bestimmen eines Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten (KETC) zum Einstellen einer Ladeeffizienz von Einlaßluft auf der Basis zumindest des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (KCMD); ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältniskorrekturmittel (ECU 80, S114, S222) zum Korrigieren des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (KCMD) auf der Basis des bestimmten Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten (KETC); ein Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmengen-Bestimmungsmittel (ECU 80, S16) zum Bestimmen einer Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge (TOUT) durch Korrektur der Grundkraftstoffeinspritzmenge (TI) zumindest um das korrigierte Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis (den Soll-Luft/Kraftstoff-Korrekturkoeffizienten KCMDM); ein Kraftstoffeinspritzmittel (ECU 80, 30) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder (22) des Motors (10) auf der Basis der bestimmten Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge (TOUT). In dem System ist der Motor (10) und ein funkengezündeter Direkteinspritzmotor, der in einer von zwei Verbrennungsformen einschließlich Ultramagereverbrennung und Vormisch-Ladeverbrennung betrieben wird; und wobei das System umfaßt: ein Verbrennungsform-Unterscheidungsmittel (ECU 80, S108, S208) zum Unterscheiden, in welcher Verbrennungsform der Motor betrieben wird; und wobei das Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten auf der Basis zumindest des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses und der Verbrennungsform, mit der der Motor betrieben wird, bestimmt.

Das System umfaßt ferner ein EGR-Betriebs-Bestimmungsmittel (ECU 80, S210, S216) zum Bestimmen, ob der EGR-Betrieb vorhanden ist oder nicht vorhanden ist; und wobei das Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten auf der Basis zumindest des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoff-



verhältnisses, der Verbrennungsform, mit der der Motor betrieben wird, und dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des EGR-Betriebs bestimmt (ECU 80, S212, S214, S218, S220).

Wenn der Motor mit Ultramager-Verbrennung arbeitet, legt in dem System das Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten auf einen Wert, der relativ kleiner ist als dann, wenn der Motor mit Vormisch-Ladeverbrennung arbeitet.

Oben bedeutet "zumindest", daß statt dessen irgendein anderer Parameter oder irgendwelche anderen Parameter verwendet werden können.

Oben ist ferner anzumerken, daß, obwohl der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient KETC in der multiplikativen Form ausgedrückt wird, er statt dessen auch in der additiven oder subtraktiven Form ausgedrückt werden kann.

Ein Luft/Kraftstoffverhältnis-Steuer/Regelsystem für einen funkengezündeten Direkteinspritzmotor, der mit Ultramager-Verbrennung oder mit Vormischlade-Verbrennung betrieben wird. In dem System wird ein Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient zum Einstellen einer Ladeeffizienz von Einlaßluft zumindest auf der Basis des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses und der Verbrennungsform bestimmt, und das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis wird um den Koeffizienten korrigiert. Dann wird die Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge zumindest auf der Basis der Grundkraftstoffeinspritzmenge und des korrigierten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Korrekturkoeffizienten) bestimmt. Der Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizient wird auf einen kleineren Wert gelegt, wenn der Motor mit Ultramager-Verbrennung betrieben wird, als dann, wenn der Motor mit Vormischladeverbrennung betrieben wird. Der Koeffizient wird unterschiedlich gemacht, ob der EGR-Betrieb läuft oder nicht. Hierdurch wird das Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisverhältnis adäquat bestimmt, und daher kann die Kraftstoffeinspritzmenge adäquat bestimmt werden.

#### Patentansprüche

1. System zum Steuern/Regeln eines Luft/Kraftstoffverhältnisses für einen Verbrennungsmotor (10), umfassend:
  - ein Motorbetriebszustand-Erfassungsmittel (ECU 80, 62, 66) zum Erfassen von Betriebszuständen des Motors zumindest einschließlich einer Motordrehzahl (NE) und einer Motorlast (PBA);
  - ein Grundkraftstoffeinspritzmengen-Bestimmungsmittel (ECU 80, S10) zum Bestimmen einer Grundkraftstoffeinspritzmenge (TI) auf der Basis zumindest der erfaßten Motordrehzahl (NE) und der Motorlast (PBA) der Motorbetriebszustände;
  - ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis-Bestimmungsmittel (ECU 80, S12, S100 S106, S200 S206) zum Bestimmen eines Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (KCMD) des von dem Motor (10) erzeugten Abgases;
  - ein Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel (ECU 80, S110-S112, S212-S214) zum Bestimmen eines Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten (KETC) zum Einstellen einer Ladeeffizienz von Einlaßluft auf der Basis zumindest des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (KCMD);
  - ein Soll-Luft/Kraftstoffverhältniskorrekturmittel (ECU 80, S114, S222) zum Korrigieren des Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses (KCMD) auf der Basis des bestimmten Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten (KETC);
  - ein Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmengen-Bestimmungsmittel (ECU 80, S16) zum Bestimmen einer

Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge (TOUT) durch Korrektur der Grundkraftstoffeinspritzmenge (TI) zumindest um das korrigierte Soll-Luft/Kraftstoffverhältnis (KCMDM);

ein Kraftstoffeinspritzmittel (ECU 80, 30) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder (22) des Motors (10) auf der Basis der bestimmten Ausgabe-Kraftstoffeinspritzmenge;

**dadurch gekennzeichnet, daß**

der Motor (10) ein funkengezündeter Direkteinspritzmotor ist, der in einer von zwei Verbrennungsformen einschließlich Ultramagerverbrennung und Vormisch-Ladeverbrennung betrieben wird; und wobei das System umfaßt:

ein Verbrennungsform-Unterscheidungsmittel (ECU 80, S108, S208) zum Unterscheiden, in welcher Verbrennungsform der Motor betrieben wird; und wobei das Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten auf der Basis zumindest des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses und der Verbrennungsform, mit der der Motor betrieben wird, bestimmt.

2. System nach Anspruch 1, ferner umfassend:

ein EGR-Betriebs-Bestimmungsmittel (ECU 80, S210, S216) zum Bestimmen, ob der EGR-Betrieb vorhanden ist oder nicht vorhanden ist; und

wobei das Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten auf der Basis zumindest des bestimmten Soll-Luft/Kraftstoffverhältnisses, der Verbrennungsform, mit der der Motor betrieben wird, und dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des EGR-Betriebs bestimmt (ECU 80, S212, S214, S218, S220).

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei, wenn der Motor mit der Ultramager-Verbrennung betrieben wird, das Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten-Bestimmungsmittel den Ladeeffizienz-Korrekturkoeffizienten auf einen Wert legt, der relativ kleiner ist als dann, wenn der Motor mit der Vormisch-Ladeverbrennung betrieben wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



FIG. 1

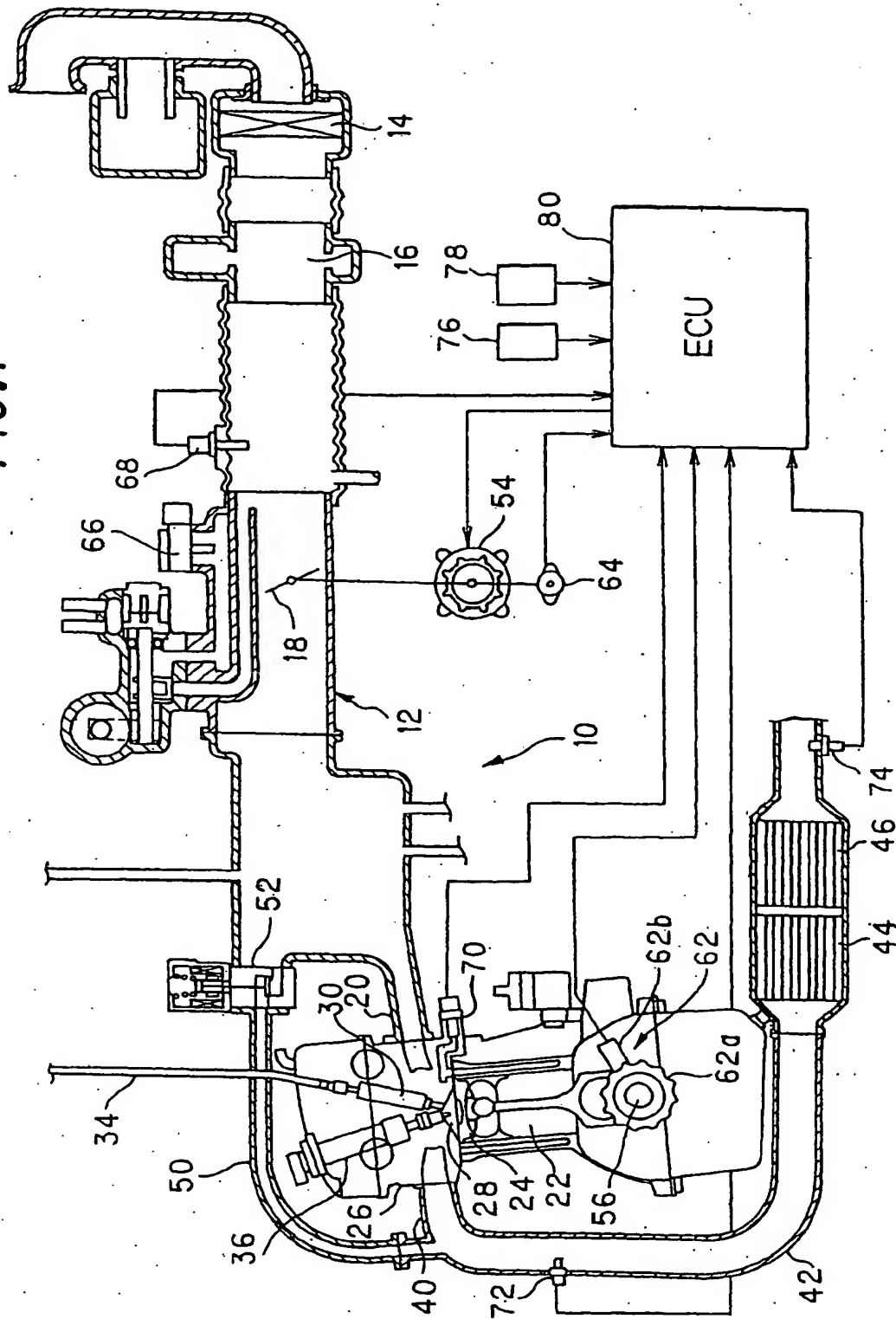


FIG. 2

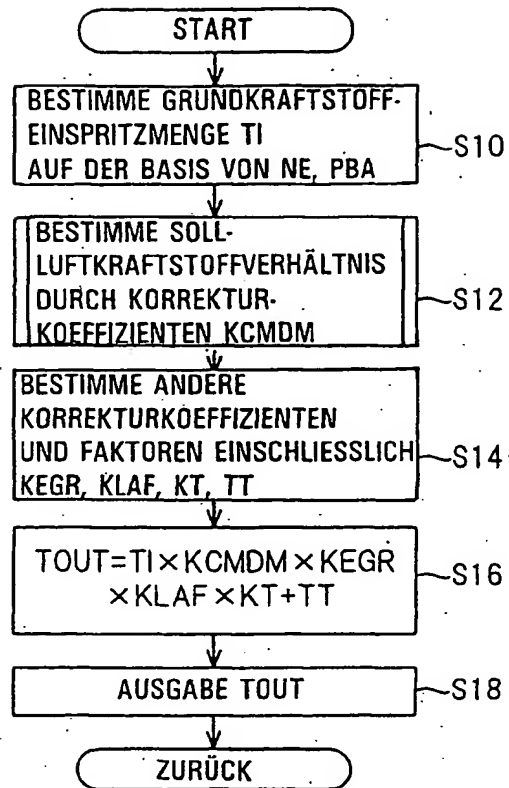


FIG. 3

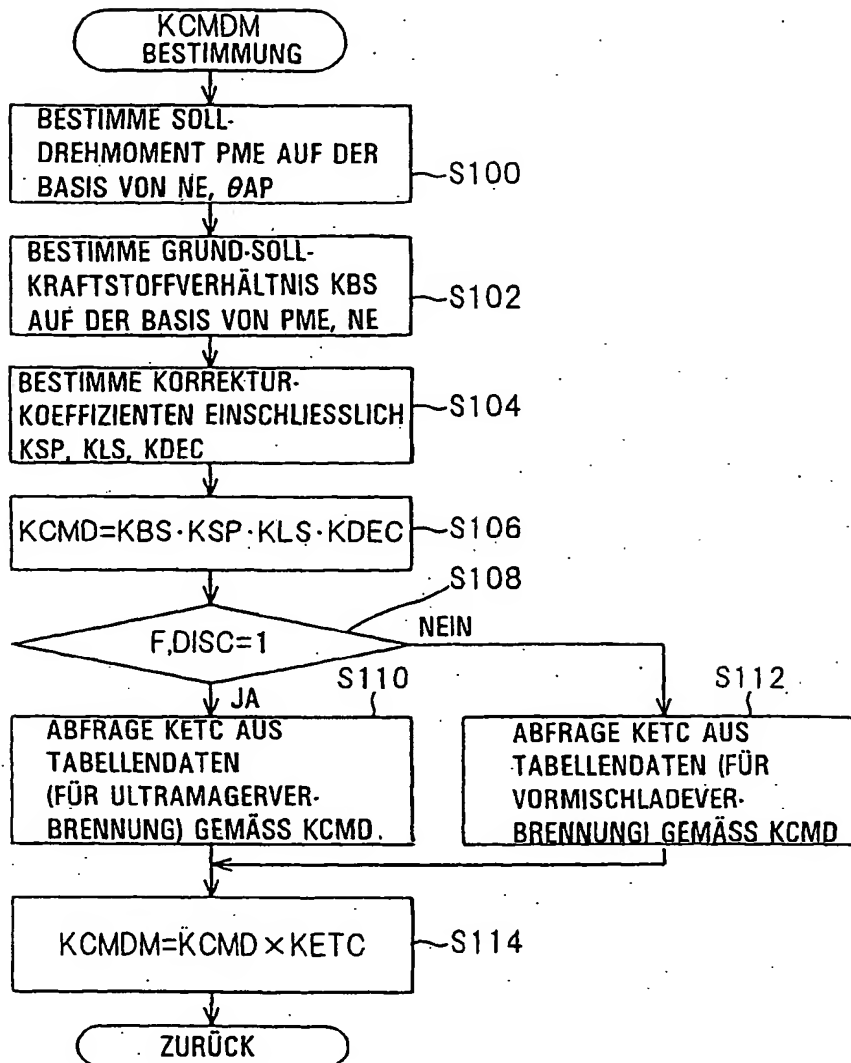


FIG. 4

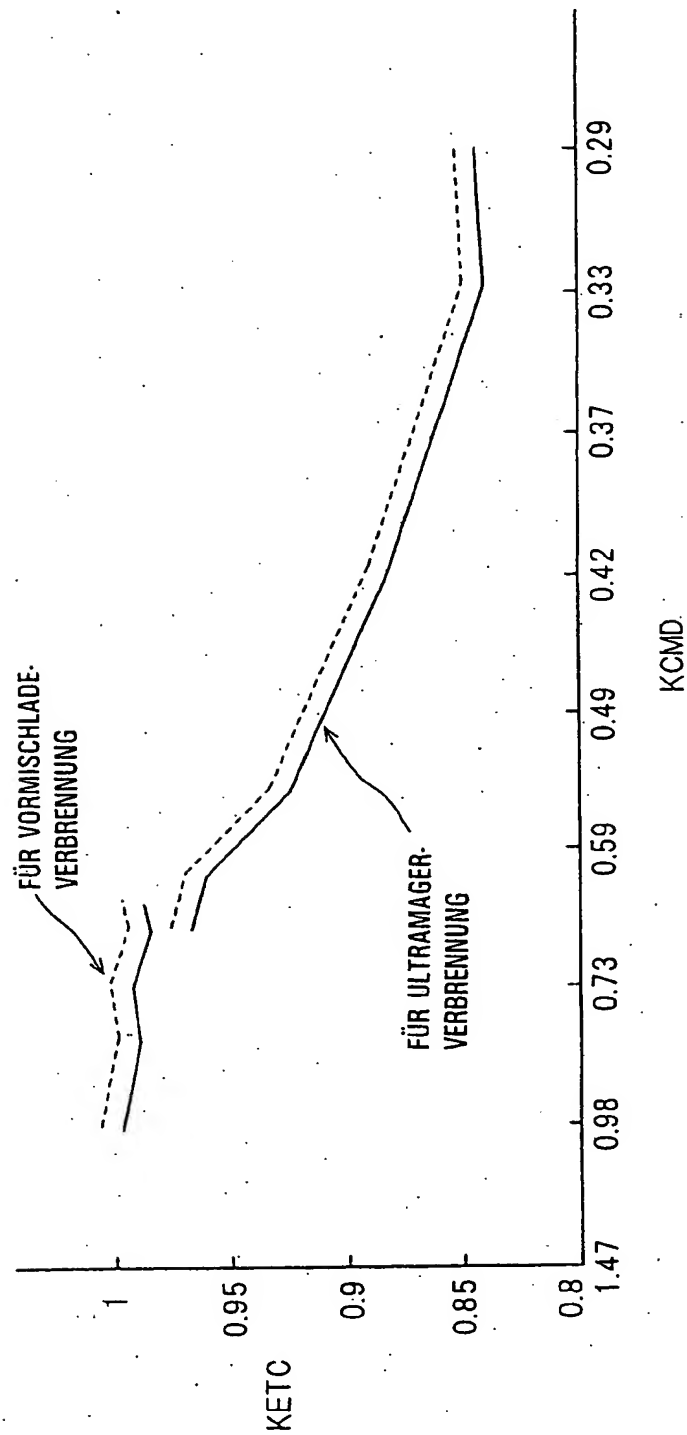
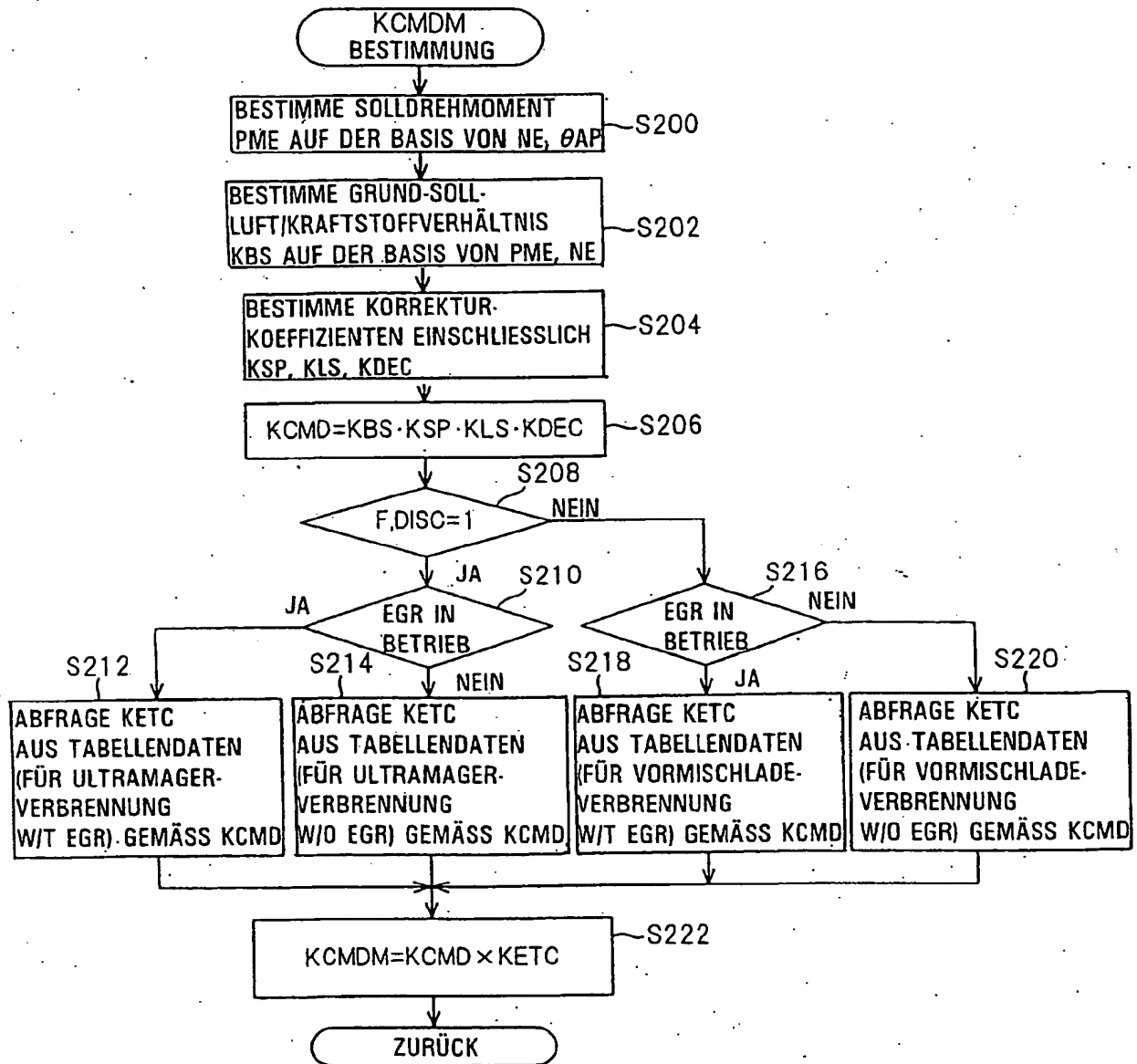


FIG. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**